

EFFECTOS INICIALES EN LA SUPERFICIE ARTICULAR PATELOFEMORAL TRAS LA RECONSTRUCCIÓN DEL L.C.A. CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS E HISTOLÓGICAS

* Luis Alberto Henríquez P.; ** Omar Vivenes; *** Luis De León; **** Joselyn Saldivia.

PALABRAS CLAVE: Ligamento cruzado anterior. Tendón patelar. Tendón de los isquiotibiales. Articulación patelofemoral.

RESUMEN

Se hizo un estudio experimental, cuyo propósito fue analizar de manera comparativa los efectos iniciales que tiene sobre la superficie articular patelofemoral (características anatómicas e histológicas), la reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior (L.C.A.) empleando el tendón patelar y el tendón de los isquiotibiales. Se utilizaron treinta conejos adultos, divididos en tres grupos de diez conejos cada uno, que fueron subdivididos en dos subgrupos (3 y 12 semanas) de cinco animales. En el primer grupo (G.I) se utilizó como autoinjerto el tendón patelar ipsilateral, en el segundo (G.II) se utilizó el tendón de los isquiotibiales (semitendinoso), también ipsilateral, y al tercer grupo (G.III) se les sometió a la sección del ligamento cruzado anterior, sin reconstrucción. Se observó que hay entre los grupos I y II una diferencia significativa en los efectos iniciales histológicos (microscópicos) sobre la superficie patelofemoral, con mayores lesiones en el grupo donde se utilizó el tendón rotuliano (G.I). En cuanto a las características anatómicas (macroscópicas) no se observaron diferencias significativas. Esto indica mayor especificidad de las evaluaciones histológicas (microscópicas) para detectar las lesiones. A partir de los estudios realizados en este modelo experimental, la remoción del tercio medio del tendón patelar aumenta el riesgo del deterioro precoz de la superficie patelofemoral, y que esto se puede disminuir utilizando el tendón de los isquiotibiales para la reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior (L.C.A.).

INITIAL EFFECTS ON THE ARTICULAR SURFACE PATELLOFEMORAL RECONSTRUCTION AFTER A.C.L. ANATOMICAL FEATURES AND HISTOLOGICAL.

KEY WORDS: Anterior cruciate ligament. Patellar tendon. Hamstring tendon. Patellofemoral joint.

ABSTRACT

There was experimental study whose purpose was to analyze comparatively the initial impact it has on the patellofemoral articular surface (anatomical and histological characteristics), the reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament (A.C.L.) using the patellar tendon and hamstring tendon. Adults thirty rabbits were used, divided into three groups of ten rabbits each, which were subdivided into two subgroups (3 and 12 weeks) of five animals. In the first group (G.I) was used as autograft ipsilateral patellar tendon, in the second (G.II) was used hamstring tendon (semitendinosus), also ipsilateral, and the third group (G.III) underwent the section of the A.C.L without reconstruction. It was observed that between groups I and II a significant difference in the initial effects histologic (microscopic) on the patellofemoral area, with more injuries in the group where the patellar tendon was used (G.I). As to the anatomical characteristics (macroscopic) there were no significant differences. This indicates greater specificity of the histological evaluation (microscopic) to detect the lesions. From studies in this experimental model, the removal of the middle third of the patellar tendon increases the risk of early deterioration of the patellofemoral surface, and this can be reduced using hamstring tendon for ACL reconstruction.

* Especialista en Cirugía Ortopédica. Profesor Agregado. M.Sc. Biomecánica. Sección de Anatomía Macroscópica. Decanato de Ciencias de la Salud. UCLA. Barquisimeto. c.c.: henriquezluis@ucla.edu.ve

** Especialista en Anatomía Patológica. Sección de Anatomía Macroscópica. UCLA.

*** Médico veterinario. Anestesiólogo de pequeños animales. Departamento de Cirugía. UCLA.

**** Médico veterinario. Cirujano de pequeños animales. Departamento de Cirugía. UCLA.

INTRODUCCIÓN

La ruptura del Ligamento Cruzado Anterior (L.C.A.), tiene las más alta incidencia entre las lesiones de los ligamentos de la rodilla, y cada vez más, la participación en las actividades deportivas de la población en general aumenta, además, los niveles de alta actividad se extiende a grupos de personas en plena condiciones laborales, por lo cual, el número de rupturas aisladas o combinadas de este ligamento se incrementa constantemente (1,2) y muchas veces es tan devastadora que puede llevar a finalizar la carrera deportiva de un atleta de competencia (3) o mermar las condiciones de trabajo de personas jóvenes, por lo que se hace necesario la reconstrucción del ligamento cruzado anterior de la rodilla (L.C.A.), que es una técnica que no está exenta de riesgos o complicaciones relacionadas con la superficie articular fémororrotuliana. Todavía no se han aclarado todas las dudas acerca de la influencia que tiene la remoción de una porción del tendón patelar sobre la función de la rodilla y su predisposición al deterioro de la superficie patelofemoral, es decir, los cambios que puedan suceder en esta superficie después de la reconstrucción y su relación directa con ésta (4,5,6). Los reportes experimentales en modelos animales y en humanos sobre estos cambios son muy escasos, luego de la obtención del tercio medio del tendón patelar y/o del tendón de los isquiotibiales y su posterior utilización como autoinjerto en la reconstrucción del L.C.A.; estudios que son necesarios, debido a la gran cantidad de variables externas, que son difíciles de controlar, y que se tienen que tener presentes cuando se realiza este procedimiento en pacientes; quizás, sea esta la razón de los resultados tan disímiles en relación a la sintomatología patelofemoral.

En resumen, el problema está en que se desconocen estudios que relacionen directamente el uso de autoinjertos ipsilaterales en la reconstrucción del L.C.A. con los efectos iniciales que puedan causar sobre el cartílago de la superficie articular patelofemoral, además, de la determinación de los factores responsables directos de los cambios en esa superficie articular y con las consecuencias mecánicas, que puedan alterar el proceso de recuperación temprana de la rodilla sometida a este tipo de cirugía.

Por todo lo anterior, surge la siguiente pregunta:

¿La remoción del tercio medio del tendón patelar es un riesgo importante para el deterioro precoz de la superficie patelofemoral?, y como consecuencia de ésta pregunta surge otra: ¿Se pueden prevenir los daños o alteraciones en la superficie patelofemoral, durante la reconstrucción del L.C.A.?

MATERIAL Y MÉTODOS

La población estuvo constituida por conejos albinos, adultos de la raza Nueva Zelanda. La muestra estuvo representada por 30 conejos machos, sanos, con un peso promedio de peso de 3,5 Kg., provenientes de Bioterio Central del Decanato de Ciencias Veterinarias de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. La etapa quirúrgica, se realizó en el Hospital Veterinario “Humberto Ramirez Daza” de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, con un instrumental, especialmente diseñado para este Trabajo de Investigación. Los animales fueron anestesiados por un médico veterinario de ese centro, utilizando ketamina a 35 mg/kg., sylacina a 3 mg/kg. y butarfanol a 0,2 mg/kg. Cada animal recibió de manera profiláctica el antibiótico enrofloxacin a 5mg./Kg. Previa asepsia y antisepsia, en la técnica del tendón de los isquiotibiales, se hizo una incisión superior y medial de la pierna derecha en posición decúbito prono para la extracción del tendón del semitendinoso, cuya longitud era de 40 mm. y con una anchura de 3 mm., para preservar la longitud se colocó en cada extremo una sutura (vicryl 3-0). A través de una incisión medial de la rodilla derecha, la rótula se desplazó lateralmente para evitar el daño de la articulación fémororrotuliana.

El ligamento cruzado anterior fue escindido en sus inserciones proximal y distal. Con una mecha canulada de 2,5 mm y utilizando la guía de perforación y un alambre de Kirschner de 1mm de diámetro, se realizó un túnel en la superficie superior y medial de la tibia, con el extremo proximal localizado en el origen tibial del L.C.A. Un túnel similar se realizó en el cóndilo lateral del fémur, con el extremo distal en la escotadura intercondílea, en el origen distal del L.C.A. y el extremo proximal localizado en la superficie superolateral del cóndilo femoral lateral. El injerto doble fue pasado a través del túnel utilizando hilo de sutura ethilon 3 – 0 y fijado con tornillos interferenciales de 2 mm protegido con una lámina de cortical proveniente de la tibia, del mismo tamaño del injerto. Se comprobó

la estabilidad del injerto; la cápsula y el tejido subcutáneo fueron suturados con vicryl 3 – 0. La piel fue suturada con ethilon 3 – 0 de manera discontinua, finalmente la rodilla se cubrió con un vendaje. En la técnica del tendón rotuliano, se realizó una incisión parapatelar medial de la rodilla derecha y se retiró la porción media de este tendón de 8 mm. de longitud, con un taco óseo extraído del vértice de la rótula con una sierra oscilante y otro proveniente de la tuberosidad anterior de la tibia de un tamaño de 5 mm., en los extremos de los tacos óseos se colocaron hilos de sutura para pasarlos a través de los túneles, que se hicieron igual al semitendinoso y fijados con los tornillos interferenciales, la cápsula el tejido subcutáneo y la piel se suturaron de manera similar a la primera técnica. La rodilla fue cubierta con el vendaje. En la técnica en la que únicamente se cortó el Ligamento Cruzado Anterior, se realizó una incisión pararrotuliana medial en la rodilla derecha, utilizando una tijera tipo iris para escindir el ligamento, que se comprobó con la maniobra del cajón anterior. En el postoperatorio inmediato, los animales fueron puestos en una jaula de 0,7m3 sin inmovilización, en libertad de movimientos, luego a una habitación de 4x5m. a libre deambulación en horas del día y luego en la noche volvieron a la misma jaula. Los animales fueron sacrificados a las tres y a las doce semanas posteriores a la cirugía con una sobredosis intracardiaca de pentobarbital sódico (50mg/kg). La superficie articular patelofemoral fue examinada con una lupa, previamente esta superficie fue teñida con tinta china para resaltar las lesiones (7,8). Para evaluar las alteraciones del cartilago se utilizó la escala cuantitativa de Mankin (9). Luego de la evaluación macroscópica las rodillas fueron fijadas con formol al 4% durante diez días, posteriormente se pasaron a una solución fisiológica con alcohol al 40%. La tróclea femoral de cada rodilla fue seccionada en dos porciones, proximal, y distal, y la rótula en dos porciones, medial y lateral, las cuales fueron descalcificadas mecánicamente con una fresa y luego con solución de EDTA durante seis semanas, se incluyeron en parafina y se cortaron en bloques con diámetros de cinco micras, posteriormente se fijaron al portaobjetos con poly-L-lisina.

Para la evaluación microscópica los cortes fueron teñidos con hematoxilina-eosina. Se usó un microscopio convencional Nikon Eclipse E 400 para este estudio y se utilizó la escala de Mankin de valoración histopatológica del cartilago articular (9).

El análisis de los datos se hizo basado en la estadística descriptiva e inferencial, para la evaluación se realizó el cálculo de la media (\bar{X}) de los grupos, la media de las diferencias ($d\bar{x}$) de los grupos y la desviación estándar (Sd) de las diferencias de los grupos en estudio, y para establecer la significancia de las diferencias, se utilizó el estadístico τ de Student, a un nivel de probabilidad menor de 0,05.

RESULTADOS

Al comparar los puntajes, según Meachim (8), para las lesiones macroscópicas en la articulación patelofemoral, la media (\bar{X}) de 2,2 correspondió a la técnica de reconstrucción utilizando el tendón patelar (G.I) y la de 1,2 a la técnica de reconstrucción utilizando el tendón de los isquiotibiales (G.II), con una media de las diferencias ($d\bar{x}$) de 1,0 y una desviación estándar (Sd) de 0,89. Al aplicar la prueba τ de Student no se observan diferencias significativas entre los dos grupos a un nivel de probabilidad menor de 0,05 (cuadro 1 y gráfico 1). Al comparar las lesiones a las tres semanas entre los dos grupos no hay diferencias significativas, pero sí a las doce semanas (cuadro 1, gráfico 2), en otras palabras, hubo menores lesiones a las doce semanas en el G.II. Una mayor cantidad de lesiones se observó utilizando el tendón rotuliano (G.I), sin ser significativo; con una tendencia a disminuir desde las tres semanas a las doce semanas en la sumatoria de ambos grupos, con una diferencia significativa entre ambos periodos.

En cuanto a las lesiones que se observaron en la tróclea y en la rótula, al comparar las lesiones de la tróclea entre los dos grupos se observa una diferencia significativa, con mayores lesiones en el G.I, lo cual no ocurre en las lesiones de la rótula, donde la diferencia no es significativa (cuadro 1).

Cuadro 1. Lesiones macroscópicas en la articulación patelofemoral utilizando el tendón patelar (G.I) y el tendón de los isquiotibiales (G.II).

		\bar{X}	dx	Sd	τ
TRÓCLEA:	GI	1,0	0,1	0,632	3,536 *
	GII	0,8			
RÓTULA:	GI	1,2	0,8	0,748	2,391
	GII	0,4			
3 SEMANAS:	GI	1,4	0,60	0,489	2,74
	GII	0,8			
12 SEMANAS:	GI	0,8	0,80	0,40	4,47 *
	GII	0,4			
TOTAL:	GI	2,2	1,00	0,894	2,50
	GII	1,2			

* Significativo: $p < 0,05$

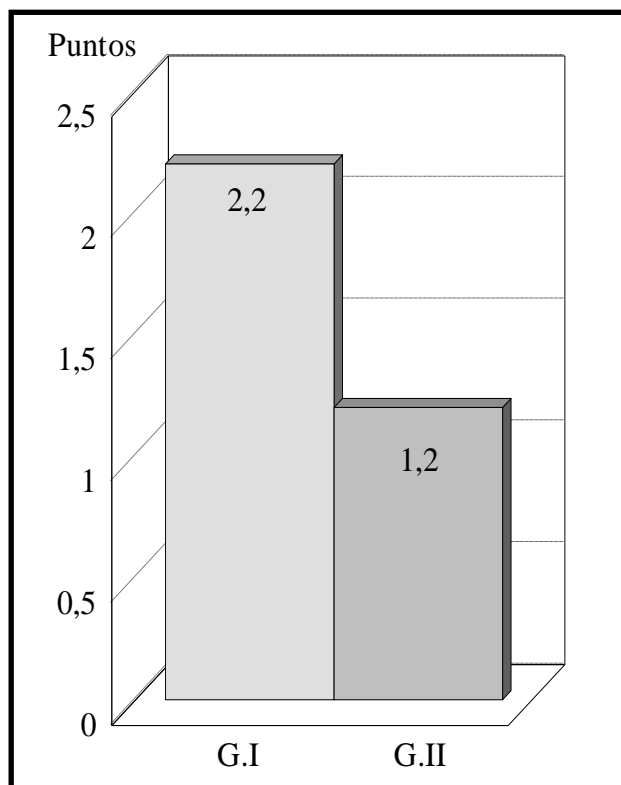
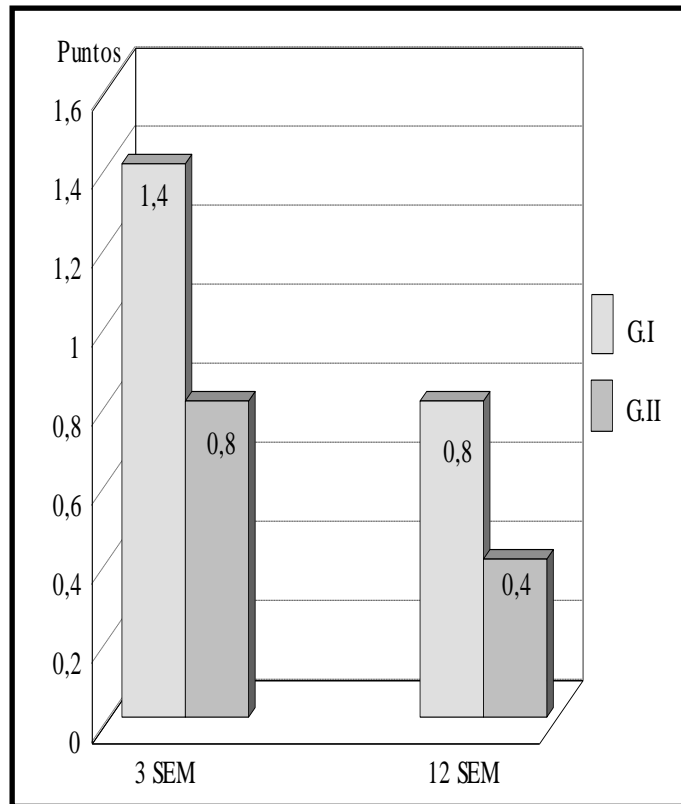
Gráfico 1. Lesiones macroscópicas en la articulación patelofemoral, utilizando el tendón patelar (G.I) y el tendón de los isquiotibiales (G.II).

Gráfico 2. Lesiones macroscópicas en la articulación patelofemoral, utilizando el tendón patelar (G.I) y el tendón de los isquiotibiales (G.II), a las 3 y las 12 semanas.



La media (\bar{X}) del puntaje total de las lesiones microscópicas en la articulación patelofemoral, utilizando la escala de valoración del cartílago articular de Mankin (9), después de la reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior (L.C.A.), utilizando el tendón patelar (G.I) fue de 2,07, y para el G.II, donde se utilizó el tendón de los isquiotibiales fue de 0,98, con una media de las diferencias (dx) de 1,090 y

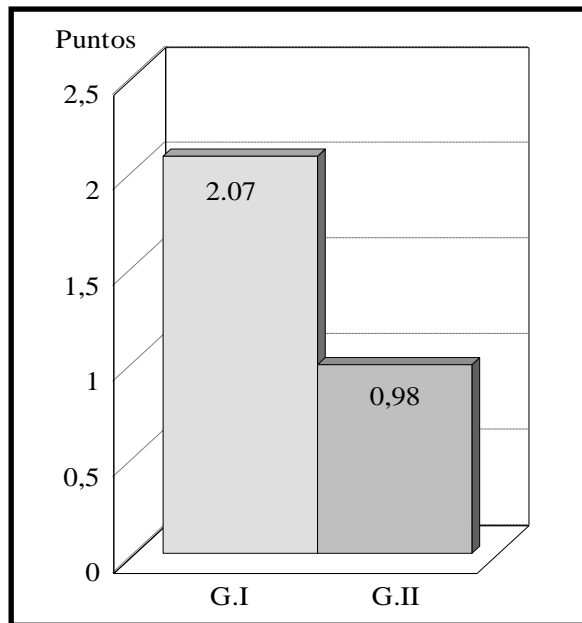
una desviación estandar (Sd) de 0,456. Al aplicar la prueba τ de Student a un nivel de probabilidad menor de 0,05, se observa una diferencia significativa entre los dos grupos (cuadro 2 y gráfico 3). Estos datos indican, que la utilización del tendón rotuliano (G.I) produce mayores cambios histológicos en el cartílago articular que el tendón de los isquiotibiales (G.II).

Cuadro 2. Lesiones microscópicas en la articulación patelofemoral utilizando el tendón patelar (G.I) y el tendón de los isquiotibiales (G.II)

		\bar{X}	dx	Sd	τ
TRÓCLEA:	GI	1,29	0,654	0,311	4,705*
	GII	0,56			
RÓTULA:	GI	0,78	0,534	0,416	2,869*
	GII	0,42			
3 SEMANAS:	GI	1,47	1,084	0,969	2,50
	GII	0,68			
12 SEMANAS:	GI	0,60	0,304	0,153	4,451*
	GII	0,30			
TOTAL:	GI	2,07	1,090	0,456	5,346*
	GII	0,98			

* Significativo: $p < 0,05$

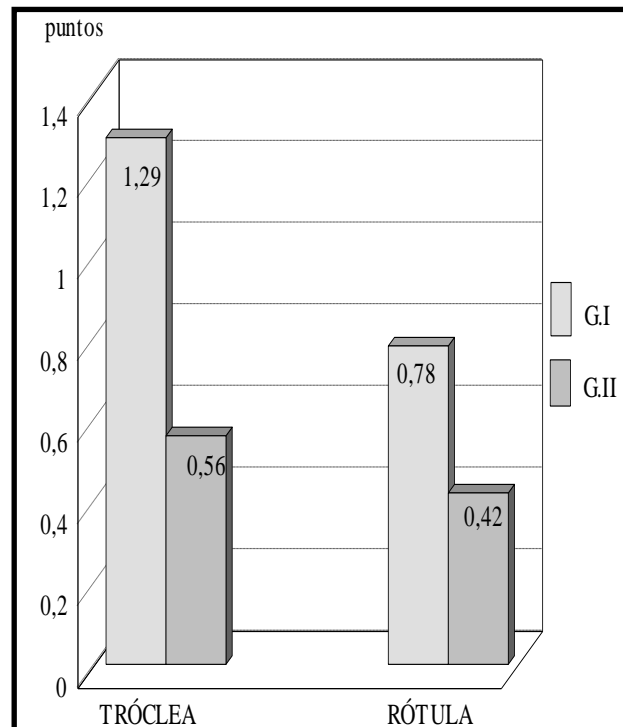
Gráfico 3. Lesiones microscópicas en la articulación patelofemoral, utilizando el tendón patelar (G.I) y el tendón de los isquiotibiales (G.II).



Al comparar las lesiones de la tróclea y de rótula entre los dos grupos (cuadro 2, gráfico 4) se observaron diferencias significativas, es decir, que las

lesiones fueron más evidentes en estas superficies articulares cuando se utilizó el tendón rotuliano (G.I).

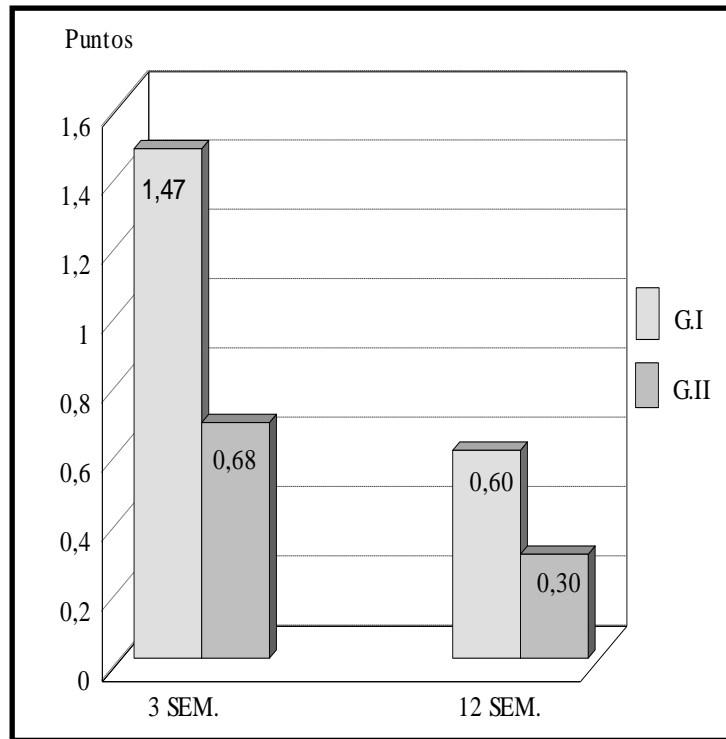
Gráfico 4. Lesiones microscópicas en la articulación patelofemoral (tróclea y rótula) utilizando el tendón patelar (G.I) y el tendón de los isquiotibiales (G.II).



Al comparar los resultados entre los dos grupos, a las tres y doce semanas (cuadro 2 y gráfico 5), a las tres semanas no hubo diferencias significativas, pero si a las doce semanas, con más lesiones en el G.I,

con una diferencia significativa. Esto indica que hubo una tendencia a la curación de las lesiones al reconstruir el ligamento cruzado anterior.

Gráfico 5. Lesiones microscópicas a las 3 y 12 semanas en la articulación patelofemoral, utilizando el tendón patelar (G.I) y el tendón de los isquiotibiales (G.II).



Con respecto a las lesiones encontradas en el G.III, se observa una tendencia a aumentar las lesiones desde las tres semanas hasta las doce semanas, al no reconstruirse el ligamento cruzado anterior, con una diferencia significativa en los dos periodos al ser comparada con el G.II y con una diferencia significativa a las tres semanas al ser comparada con el G.I.

DISCUSIÓN

1. Al realizar el análisis comparativo de los efectos iniciales que tiene sobre la superficie articular patelofemoral (con sus características anatómicas e histológicas) la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (L.C.A), empleando el tendón patelar (G.I) y el tendón de los isquiotibiales (G.II) se evidencia una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a las características de las lesiones histológicas (microscópicas), las cuales fueron superiores en el G.I, diferencia que no es significativa estadísticamente con respecto a las lesiones

anatómicas (macroscópicas), aunque existen diferencias numéricas a favor del G.I, esto indica que las evaluaciones histológicas (microscópicas) son más específicas para detectar estas lesiones.

Las lesiones microscópicas observadas en la tróclea fueron estadísticamente significativas, al ser comparadas con la rótula en G.I; en el G.II, también fueron mayores pero no significativas. Esto parece indicar que las lesiones encontradas en el cartílago rotuliano no están directamente relacionadas con la técnica quirúrgica empleada sobre la rótula al utilizar el tendón patelar, en otras palabras, las lesiones se presentarían en la rótula independientemente de la extracción del fragmento (taco) óseo. Estas lesiones estarían más relacionadas con la disminución de la fuerza o debilidad del tendón rotuliano y la probable alteración de la posición de la rótula, modificando el área de contacto de la superficie articular patelofemoral (10,11).

Estos resultados probablemente estén asociados a

dos factores biomecánicos de las rodillas de los animales de experimentación (conejos), primero, la articulación fémororrotuliana, es la zona más móvil de la rodilla, además, la fricción del cartílago articular es mayor que en cualquier otro sitio de esta articulación. Segundo, la flexión de las rodillas de estos animales durante el apoyo es mucho mayor, lo que contribuye a incrementar la carga de la articulación fémororrotuliana (12). La combinación de estos dos factores biomecánicos, pueden explicar las predominantes y significativas lesiones encontradas en la tróclea.

Al comparar las lesiones microscópicas a tres y las doce semanas, estas fueron estadísticamente significativas, superiores a las tres semanas en los dos grupos, es decir, con las dos técnicas utilizadas, existe una tendencia a la curación de las lesiones, los cual también se evidencia de manera estadísticamente significativa en las lesiones macroscópicas.

2. Al realizar el análisis comparativo de los efectos iniciales que tiene sobre la superficie articular patelofemoral (con sus características anatómicas e histológicas) la reconstrucción del ligamento cruzado anterior empleando el tendón rotuliano (G.I) y la sección del ligamento cruzado anterior sin reconstrucción (G.III), no se observan diferencias estadísticamente significativas en las lesiones macroscópicas a las tres y las doce semanas en los dos grupos, con tendencia a disminuir en el primero y con tendencia a aumentar en el segundo.

Hay diferencias significativas en relación a las lesiones microscópicas en la articulación patelofemoral utilizando el tendón rotuliano (G.I) y la sección del ligamento cruzado anterior sin reconstrucción (G.III) en la estructura del cartílago y en el total de las lesiones, con un mayor número de lesiones en el primer grupo.

Al comparar los resultados a las tres semanas y a las doce semanas entre ambos grupos se observa una diferencia significativa a las tres semanas, con un mayor número de lesiones en el G.I; a las doce semanas no hay diferencias significativas, la cual se explica por la tendencia a la curación de este grupo y al aumento de las lesiones del G.III. Esta tendencia, a observar menores lesiones a las doce semanas, coincide con los estudios llevados a cabo por Papaïonnou, donde describe una fase de

regeneración o reparación del cartílago que se inicia a las 8 semanas (12), es decir, que los hallazgos patológicos están estrechamente relacionados con el tiempo transcurrido desde la sección y/o reparación del ligamento cruzado anterior.

3. Al realizar el análisis comparativo de los efectos iniciales que tiene sobre la superficie articular patelofemoral (con sus características anatómicas e histológicas) la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (L.C.A.) empleando el tendón de los isquiotibiales (G.II) y la sección del ligamento cruzado anterior sin reconstrucción (G.III), no se observan diferencias significativas ni a las tres ni a las doce semanas, con tendencia a disminuir las lesiones macroscópicas en el primer grupo y con tendencia a aumentar en el segundo grupo.

En cuanto a las lesiones microscópicas, únicamente se observan diferencias significativas en la estructura, a favor del grupo de los isquiotibiales (G.II), con mayores lesiones en la tróclea que en la rótula en la sumatoria de ambos grupos, con una diferencia significativa.

Al comparar las lesiones entre los dos grupos a las tres y las doce semanas, se encuentra una diferencia significativa en ambos periodos, a las tres semanas a favor de la reconstrucción del ligamento empleando el tendón de los isquiotibiales (G.II) y a las doce semanas a favor de la sección del ligamento cruzado anterior sin reconstrucción (G.III), es decir, que las lesiones aumentaron en este grupo y disminuyeron en el G.II.

CONCLUSIÓN

Se acepta la hipótesis alternativa (H1), es decir, que existen diferencias significativas en los efectos iniciales (histológicos) que sobre la superficie patelofemoral tiene la reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior, utilizando autoinjertos ipsilaterales provenientes del tendón patelar y del tendón de los isquiotibiales, a un nivel de probabilidad menor de 0,05 y que las evaluaciones microscópicas (histológicas) son más específicas para detectar las lesiones que las evaluaciones anatómicas (macroscópicas), debido a que en estas no hubo diferencias significativas.

Como respuesta a las interrogantes que se hicieron en el planteamiento de problema, se puede

decir, que a partir de los estudios realizados en este modelo experimental animal, la remoción del tercio medio del tendón patelar aumenta el riesgo del deterioro precoz de la superficie patelofemoral, y que esto se puede disminuir utilizando el tendón de los isquiotibiales para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (L.C.A.).

Agradecimiento: Este Trabajo de Investigación se realizó gracias a la subvención del C.D.C.H.T. de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GRAHAM S. y PARKER R. A.C.L. reconstruction using hamstring tendon grafts. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 402, 64-75. 2002.
2. SCHEFFIER S et al. Biomechanical comparison of hamstring and patellar tendon graft A.C.L. reconstruction techniques: The impact of fixation level and fixation method under cyclic loading. *Arthroscopy: The Journal Arthroscopic and Related Surgery*. 18, 3, 304 – 315. 2002.
3. MEISTERLING R et al. Morphologic changes in the human patellar tendon after bone-tendon - bone A.C.L. Reconstruction. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 289, 208 – 212. 1993.
4. HUETINK K et al. Localized development of knee osteoarthritis can be predicted from M.R. imaging findings a decade earlier. *Radiology*. 256, 536 – 546. 2010.
5. LINDER L. et al. Biomechanical and histologic properties of the canine patellar tendon after removal of its medial third. *The American Journal of Sports Medicine*. 22, 1, 136 – 142. 1994.
6. SHINO K. et al. Deterioration of patellofemoral articular surfaces after A.C.L. reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*. 21, 2, 206 – 211. 1993.
7. BULLOGH, P y GOODFELLOW J. The significance of the fine structure of articular cartilage. *Bone and Joint Surgery (B)*. 50B, 4, 852. 1968.
8. MEACHIN G. Light microscopy of Indian ink preparations of fibrillated cartilage. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 31, 6, 457 – 464. 1972.
9. MANKIN H. Biomechanical and metabolic abnormalities in articular cartilage from osteoarthritis human hips. *Journal of Bone and Surgery (A)*. 53, 253 – 257. 1971.
10. CLARK A. et al. Contact area and pressure distribution in the feline patellofemoral Joint under physiologically meaning fullloading conditions. *Journal of Biomechanics*. 35, 53 – 60. 2002.
11. ROSEN M. et al. Occult osseous lesions documented by M.R. Imaging associated with A.C.L. ruptures. *The J. Arthrosc. and Rel. Surgery*. 7, 1, 45 – 51. 1991.
12. PAPAIOANNOU N. et al. Optimal time of research after A.C.L. resections en rabbits. *J. American Association for Laboratory Animal Science*. 43, 6, 22 – 27. 2004.